Ueber

die Abnahme der Sehschärfe

bei abnehmender Beleuchtung

nebst

Mittheilung einer neuen Methode den Lichtsinn zu messen.

Inaugural-Dissertation

welche

unter Zustimmung der hochlöblichen medicinischen Facultät zu Marburg

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

einreicht und

am 3. Juli 1876

öffentlich vertheidigen wird

Emil Carp, prakt. Arzt

aus Wesel.

MARBURG.

Druck von C. L. Pfeil.

Dem theuren Obigen

dem Königl. Kreisphysikus, Sanitätsrath

Dr. Eduard Carp

Dem theuren Oheim

dem königl. Kreisphysikus, Sanitätsrath

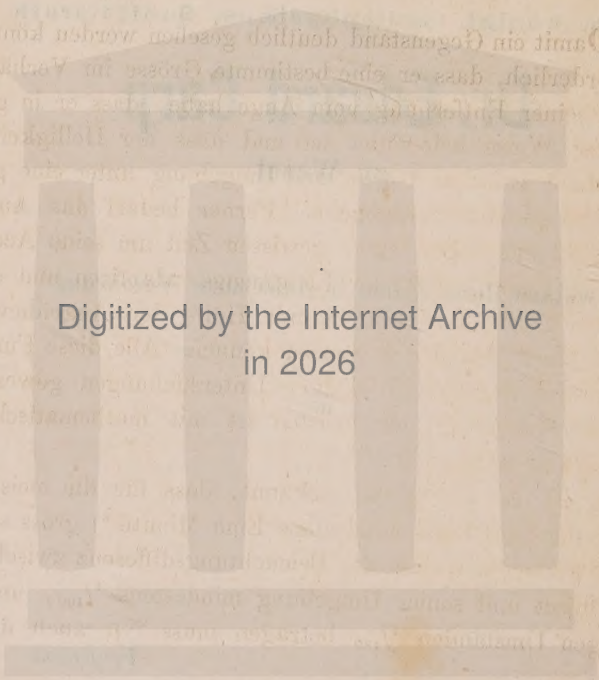
Dr. Eduard Carp

zu Wesel

widmet diese Zeilen in dankbarer Verehrung

der

Verfasser.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554412_0026

Damit ein Gegenstand deutlich gesehen werden könne ist erforderlich, dass er eine bestimmte Grösse im Verhältniss zu seiner Entfernung vom Auge habe, dass er in genügender Weise beleuchtet sei und dass der Helligkeitsunterschied zwischen Object und Umgebung unter eine gewisse Grösse nicht herabgehe. Ferner bedarf das Auge zum deutlichen Sehen einer gewissen Zeit um seine Accomodation regeln, sich der Lichtmenge adaptiren und die einzelnen Theile des Objectes mit Hülfe der Augenbewegungen nach einander fixiren zu können. Alle diese Functionen sind Gegenstand eifriger Untersuchungen gewesen und die Bedeutung der meisten ist mit mathematischer Genauigkeit festgestellt.

So ist es uns genau bekannt, dass für die meisten Augen der Sehwinkel mindestens Eine Minute *) gross sein muss; wir wissen, dass die Beleuchtungsdifferenz zwischen dem Object und seiner Umgebung mindestens $^1/_{100}$, unter günstigen Umständen $^1/_{180}$ betragen muss **); auch über

*) Dass hierbei die Irradiation des Lichtes von grossem Einfluss auf die Grösse und Deutlichkeit des kleinsten wahrgenommenen Netzhautbildes ist, hat Volkmann durch zahlreiche Beobachtungen bewiesen. Die Schlüsse jedoch, zu welchen er gelangt, werden von Aubert angefochten. Das Nähere sehe man bei Aubert in Gräfe und Sämisch, Handb. der ges. Augenheilkunde. 2. Bd. 2. Th. pag. 579 u. ff.

**) Snellen und Landolt in Gräfe und Sämisch, Handb. der ges. Augenheilk. 3. Bd. 1. Th. p. 33. Aubert l. c. p. 188.

die Verhältnisse bei der Accomodation und Adaptation sind wir wohl unterrichtet. Dagegen wissen wir weder genau, welche absolute Beleuchtungsintensität erforderlich ist, damit das Auge bei einem Sehwinkel von Einer Minute einen Gegenstand gerade noch deutlich erkennen kann, noch kennen wir bis jetzt das Verhältniss näher, in welchem die Sehschärfe bei Zunahme der Beleuchtung zunimmt.

Erst ganz neuerdings ist in einer Arbeit von Posch *) für eine beschränkte Reihe von Beleuchtungsintensitäten bewiesen worden, dass die Sehschärfe ein wenig schneller zunimmt als der Logarithmus der Beleuchtungsstärke. Man kann diesen Satz auch so ausdrücken: Nimmt die Beleuchtungsstärke in geometrischer Progression zu, so steigt die Sehschärfe etwas schneller als in arithmetrischer Progression. Die Zunahme der Sehschärfe erfolgt also nicht nach dem psycho-physischen Gesetz. Selbstverständlich kann sich jenes Verhalten nur bei einem gewissen Grade von Beleuchtungsintensität zeigen. Denn bei immer schwächerer Beleuchtung findet die Sehschärfe ihre untere Grenze wegen des Eigenlichtes der Netzhaut; bei stärkerer Beleuchtung ihre obere Grenze desshalb, weil bei jeder Nervenreizung ein Erregungsmaximum errreicht wird **). Wenn nun aber nach Posch bei den von ihm angewandten Beleuchtungsintensitäten die Sehschärfe in der angegebenen Weise zunimmt, und wenn andererseits bei der Annäherung an die obere Grenze in jedem Sinnesgebiet die Empfindungen langsamer als im Verhältniss der Logarithmen der Reize wachsen ***), so muss es eine Reihe von Helligkeitsgraden geben, bei welchen die Sehschärfe in gleicher Weise wie der Lo-

---

*) Posch, über Sehschärfe und Beleuchtung, im Archiv für Augen und Ohrenheilkunde von Knapp, Moos und Mauthner. 5. Bd. 1. Abth.

**) Vgl. Wundt, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. §§. 163, 175, 190.

***) Wundt l. c. pag. 505.

garithmus des Reizes wächst, bei welchen also die Zunahme der Sehschärfe genau nach dem psycho-physischen Gesetz erfolgt *).

Die Frage also, in welcher Weise die Curve der Sehschärfe bei zu- oder abnehmender Beleuchtung verläuft, harrt somit noch der Erledigung. Es ist sogar noch zweifelhaft, bei welcher Beleuchtung die Sehschärfe ihre obere Grenze erreicht, was nach Aubert bei hellem Tageslichte geschieht, eine Behauptung, welcher Klein **) widersprechen zu müssen glaubt, da sie bei noch stärkerer Beleuchtung, wenn auch langsam noch zunähme, während nach Wundt ***) jenes Maximum bei einer gewissen mittleren Helligkeit, welche etwas geringer sei, als die des diffusen Tageslichtes, erreicht wird. Jedenfalls scheint aus diesen widersprechenden Angaben hervorzugehen, dass die für die Sehschärfe günstigste Beleuchtung für verschiedene Individuen eine verschiedene ist, was auch Snellen annimmt †).

---

*) An dieser Stelle erlaube ich mir die Bemerkung, dass die von Posch entdeckten Thatsachen vorläufig noch nicht Anspruch auf allgemein anerkannte Gültigkeit machen dürften oder wenigstens nicht bei allen Augen in gleicher Weise vorausgesetzt werden können. Die Posch'schen Beobachtungen sind mit Ausnahme von zwei Reihen von nur zwei verschiedenen Beobachtern gemacht worden. Dass die Abnahme der Sehschärfe nicht bei allen Augen in gleicher Weise erfolgt, werde ich unten zeigen, und somit liegt es sehr nahe anzunehmen, dass, wenn die Posch'schen Experimente an andern Augen wiederholt würden, man auch zu abweichenden Resultaten kommen würde. Posch hat ferner nicht angegeben, ob die Augen der Beobachter vollkommen normal oder etwa ametropisch waren, auch nicht ob die Versuche jedesmal mit einem Auge oder mit beiden zugleich vorgenommen wurden. Waren die Augen ametropisch (myopisch) und die Refractionsanomalie durch Linsen corrigirt, so möchten wegen der unten erörterten Thatsachen Ungenauigkeiten mit untergelaufen sein.

**) Klein, de l'influence de l'éclairage sur l'acuité visuelle. 1873. pag. 59 — 60.

***) Wundt l. c. §. 190.

†) Snellen citirt von Klein l. c. pag. 58. — Die Art und

Wie gross ferner jenes Minimum der Beleuchtung ist, bei welchem die Sehschärfe noch gerade die volle ist, darüber existiren auch nur wenige und nicht ganz klare Mittheilungen. Denn wenn v. Hippel bei Beschreibung seines Apparates zur Prüfung der Sehschärfe bemerkt *), dass die Lichtquelle desselben durch einen Satz von 6 Milchglasplatten verdunkelt werden dürfe, ehe die Sehschärfe geringer als $^{20}/_{40}$ werde, so genügt doch diese Angabe nicht, um sich eine Vorstellung über die hierdurch erzielte Lichtstärke zu verschaffen, so lange man wenigstens nicht die Helligkeit der Lichtquelle des Apparates, einer Petroleumlampe aus eigener Anschauung kennt.

Der Grund für die Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete liegt wohl zum Theil in dem Mangel eines absoluten, stets gleichen Lichtes, da es sehr schwierig, wo nicht unmöglich erscheint sich Lichtquellen von stets gleicher Leuchtkraft zu verschaffen; denn hinsichtlich der letzteren ist sowohl jede Art des künstlichen Lichtes, wie auch das Sonnenlicht grösseren oder geringeren Schwankungen unterworfen. (Betreffs der Schwierigkeit ein einheitliches Maass zur Lichtmessung zu gewinnen

---

Weise wie Klein bedeutende Lichtintensitäten berechnet, z. B. die des Sonnenlichtes zu 250000 Normalkerzen in 1 Meter Entfernung, dürfte eine bedeutende Fehlerquelle enthalten. Er misst nämlich das Sonnenlicht nach der bekannten, etwas modificirten photometrischen Methode von Bunsen (mit Hülfe eines von zwei Seiten beleuchteten und mit einem Stearinfleck versehenen Papierschirmes) und sagt: „Nous avons trouvé de cette façon que la clarté directe du soleil au mois de juillet valait une bougie anglaise à deux millimètres ou 250,000 bougies à 1 mètre de l'objet éclairé.“ Es ist aber dabei wohl zu bedenken, dass wenn bei dieser Beobachtung auch nur ein geringer Fehler gemacht wurde, er durch die in der Rechnung nothwendig werdende Erhebung ins Quadrat bedeutend vergrössert werden musste. Wäre z. B. die Entfernung Statt 2 Millimeter nur zu $1^3/_4$ gemessen, so würde man als Resultat Statt 250,000 Kerzen, deren 326,000 erhalten.

*) Siehe Zehenders klin. Monatsblätter. 1871. pag. 337.

vergleiche man die treffenden Bemerkungen von Klein l. c. pag. 24 — 26). Am einfachsten und namentlich für praktische Zwscke am bequemsten sind jedenfalls die Methoden, bei welchen das helle diffuse Tageslicht angewandt wird. Zwar ergeben auch sie wegen der wechselnden Helligkeit zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten keine vollkommen gleichen Resultate; andererseits ist aber a priori nicht anzunehmen, dass letztere erhebliche Differenzen zeigen werden, so lange man nur die Untersuchungen mit den nöthigen Cautelen vornimmt, also namentlich an möglichst gleichmässig heiteren Tagen zu derselben Stunde und an demselben Orte vornimmt. Diese Annahme wird durch die weiter unten beigebrachte Thatsache bestätigt, dass man das Tageslicht ziemlich abschwächen kann, ehe die Sehschärfe merklich abzunehmen beginnt. Will man aber mit Snellen und Landolt die Sehprüfung bei gewöhnlichem Tageslicht machen, letzteres aber durch irgend einen der zahlreichen Photometer messen *), so stösst man auf allerlei Schwierigkeiten. Denn die besseren Photometer sind complicirt und theuer; alle aber leiden sie an dem Fehler, dass man um das als unbekannt angenommene Tageslicht zu messen, gezwungen ist, irgend ein beliebiges künstliches Licht als Maasstab anzunehmen. Wenn aber ein Photometer allgemeine Annahme finden und in die Ophthalmologie eingeführt werden soll, so muss auch die Lichtquelle eine immer gleiche Leuchtkraft haben; und dieses ist sehr schwer zu bewerkstelligen. Noch ein anderer Fehler fällt schwer ins Gewicht. Denn wenn es feststeht, dass das Auge nur gleichfarbiges Licht hinsichtlich seiner Intensität zu unterscheiden vermag, so kann eine Messung des Tageslichtes durch Photometer im Allgemeinen schon desshalb kein genaues Resultat ergeben, weil jenes eine andere Larbe hat als das künstliche Licht. Diesen Fehler dürfte

*) Snellen und Landolt in Gräfe und Sämisch l. c. pag. 24.

Snellen begehen, wenn er mit Hülfe des Förster'schen Kastens *) die Helligkeitsintensität einer von Tageslicht beleuchteten Wand messen will **). Auch hält er es an dieser Stelle für gleichgültig ob man die beiden zu vergleichenden Lichtquellen, nämlich Wand und innere Fläche des Förster'schen Kastens, nach einander oder mit Hülfe des Metroscops gleichzeitig betrachtet, was doch gewiss nicht richtig ist.

Nach alledem halte ich es für keinen grossen Fehler mit hellem diffusem Tageslichte zu experimentiren ohne dasselbe zu messen. Ausserdem werde ich nachher zeigen, inwiefern das Experimentiren an hellen und an trüben Tagen verschiedene Resultate ergibt.

Anstatt nun die Beleuchtung des Objects durch Correction der Lichtquelle zu reguliren, kann man die Menge der ins Auge gelangenden Lichtstrahlen dadurch variiren, dass man sie auf ihrem Wege vom Object zum Auge durch lichtabsorbirende Medien gehen lässt. Man bekommt dadurch genau denselben Eindruck als sei die Beleuchtung verändert. Benutzt man bei dieser Methode das helle Tageslicht, so braucht man blos das Lichtabsorptionsvermögen der genannten Medien zu messen, um den Grad der Verdunkelung genau zu kennen. Wenn man die Sehschärfe an farbigen Objecten prüfen will, so ist ausserdem noch die Kenntniss der Absorption der Farben durch jene Medien erforderlich. Leider kennen wir bis jetzt noch kein Medium, welches alle Farben gleichmässig dämpfte. Ob ein solches überhaupt jemals gefunden werden wird, ist sehr zweifelhaft. Magnus ***) behauptet freilich, dass Rauchgläser alle Farben fast genau gleichmässig absorbirten und empfiehlt solche Gläser daher Statt der blauen Brillen an-

*) Siehe Zehnenders klin. Monatsbl. 1871. p. 33.

**) Snellen und Landolt in Sämisch und Gräfe l. c. p. 37.

***) Magnus, die Bedeutung des farbigen Lichtes für das gesunde und kranke Auge. p. 35.

zuwenden. Möglich, dass Magnus das seltene Glück gehabt hat, mit solchem Smoke-Glas zu experimentiren, welchem in der That jene Eigenschaft zukam; möglich dass er sich irrt. Das letztere ist mir desshalb in gewissem Grade wahrscheinlich, weil Magnus die Resultate, welche er durch Experimente mit Wärmestrahlen und mit chemisch wirksamen, gewonnen hat *), direct zu Schlüssen über die Lichtstrahlen anzieht. Um so kühner erscheint aber die Behauptung von Magnus, wenn man bedenkt, dass schon vor mehreren Jahren Vierordt **) durch genaue Messungen mit dem Spectralapparat bewiesen hat, d ass Rauchglas, wenigstens das von ihm benutzte, die einzelnen Farben in ganz verschiedener Weise absorbirt, ja dass es in einem Bezirk des Spectrums mehr wie die doppelte verdunkelnde Kraft haben kann, wie in einem andern. Ich habe zwar die Experimente von Vierordt über diesen Gegenstand nicht wiederholt, bin aber in so fern zu der gleichen Ansicht gelangt, als mir alle Gegenstände, durch einen Satz von mehreren und dunkleren Rauchgläsern betrachtet, einen deutlichen Farbenton zu haben scheinen, der bei den von mir benutzten leicht violett war. Dieser Umstand verliert aber sofort an Bedeutung, wenn man die Prüfung der Sehschärfe nicht mit farbigen, sondern mit farblosen — schwarzen und weissen — Objecten vornimmt.

Die genannte Idee die Lichtquelle in ihrer Intensität durch vor das Auge gehaltene Rauchgläser zu schwächen und zu variiren, wurde schon seit längerer Zeit vom Herrn Professor Schmidt-Rimpler verfolgt und benutzt ***). Als

---

*) Magnus l. c. pag. 36—38.

**) Vierordt, die Anwendung des Spectralapparates zur Photometrie der Absorptionsspectren und zur quantitativen chemischen Analyse pag. 11—12.

***) Neuerdings findet sich bei J. Schnabel („Die Begleite- und Folgekrankheiten der Iritis“ im Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde von Knapp, Moos und Mauthner, 5. Bd. 1. Abth. 1876 pag. 115) eine Notiz, nach der er eine ähnliche Methode

lichtabsorbirende Medien empfiehlt der Genannte Rauchglasplatten anzuwenden, welche, verschieden nuancirt, in verschiedenen Combinationen die verschiedensten Grade der Verdunkelung erzeugen, so dass man im Stande ist, das helle diffuse Tageslicht bis zu tiefer Dämmerung herab zu dämpfen. Um damit experimentiren zu können, bedarf man nur eines leicht herstellbaren Instrumentes, welches gestattet beliebig viele der genannten Platten so vor das Auge zu bringen, dass von der Seite her kein Licht in dasselbe fallen und es blenden kann. Natürlich muss auch eine Vorrichtung in dem Instrumente angebracht sein um etwa nothwendig werdende Correctionsgläser vor das Auge setzen zu können. Da jedes Auge einzeln untersucht werden muss, so ist während des Experimentirens mit dem einen Auge die vollständige Verdunkelung des anderen nothwendig. Somit bekam der Apparat die Form eines schwarz angestrichenen Doppelrohrs aus Blech; in das eine Rohr kamen die Rauchgläser, während das andere durch eine schwarze Blechplatte verschlossen werden konnte. Ein mit schwarzem Tuch gefütterter Ansatz zum Anlegen an den Kopf verhinderte absolut das Einfallen von Lichtstrahlen von der Seite her. Mit diesem Apparate kann man mit grosser Genauigkeit und jedenfalls bequemer als nach den früheren Methoden ergründen, in welcher Weise die Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung abnimmt.

Die Anwendung dieser Methode bietet gegenüber den übrigen erhebliche practische Vortheile. Die so schwierige Herstellung eines absolut dunkeln, grösseren Raumes, dessen man bei den Methoden von v. Hippel und von Weber*) bedarf, ist hier nicht nöthig, und da also im hellen Zimmer experimentirt wird, so geschieht die Beobachtung des Un-

benutzt hat. Derselbe wendet ein bis vier „dunkle" Glasplatten an, die „gleich dick," und „gleich gefärbt" sein müssen. Ob es sich dabei um smoke Gläser handelt, ist nicht ersichtlich.

*) Weber, in Zehenders klin. Monatsbl. 1871. pag. 349.

tersuchten, das Aussuchen der Correctionsgläser u. s. w. mit Leichtigkeit und Bequemlichkeit. Als Sehobjecte benutzte ich die Snellen'schen Haken und gab denselben desswegen den Vorzug vor den Snellen'schen Probebuchstaben, weil das Erkennen der letzteren einen gleichmässigen Massstab nicht liefert. Vielmehr erkennt oder erräth der Untersuchte die verschiedenen Schriftzeichen je nach ihrer mehr oder weniger charakteristischen Gestalt verschieden gut.

Es standen mir 6 Rauchglasplatten zu Gebote, welche vier verschiedene Grade von Durchsichtigkeit darboten; ich bezeichnete sie mit den Nummern 1—4; Nummer 3 war dreimal vertreten. Den Lichtabsorptionscoefficienten bestimmte ich nach Auberts „Methode mit Hülfe gleicher Schatten" *), und stellte ich, um möglichst geringe Fehler dabei zu machen, wiederholte Controllversuche dabei an. Als Lichtabsorptionscoefficient ergab sich nun

für Nummer 1 = 0,44. . . .
„ „ 2 = 0,62. . . .
„ „ 3 = 0,68. . . .
„ „ 4 = 0,77. . . .

und vermochte ich, wie gesagt, durch Combination verschiedener Gläser die Lichtmenge stufenweise zu variiren. Solcher Stufen construirte ich noch acht, so dass ich mit dreizehn verschiedenen Beleuchtungsgraden operiren konnte. Wenn im Folgenden von den letzteren die Rede ist, so ist unter dem ersten Grad (I) das helle diffuse Tageslicht, welches ich gleich Tausend setze zu verstehen, unter dem zweiten und den folgenden (II—XIII) die Abstufungen, gleichfalls durch Zahlen ausgedrückt. Diese Zahlen sind folgende:

für	I (Tageslicht)	= 1000
„	II (entspr. Glas Nr. 1)	= 560
„	III (entspr. Glas Nr. 2)	= 380

*) Aubert, Physiol. der Netzhaut. I. pag. 32.

für	IV (entspr. Nr. 3)	=	320
„	V (entspr. Nr. 4)	=	230
„	VI (entspr. Nr. 4 und 1)	=	120
„	VII (entspr. Nr. 4 und 3)	=	73
„	VIII (entspr. Nr. 4, 3 und 1)	=	51
„	IX (entspr. Nr. 4, 3 und 3)	=	41
„	X (entspr. Nr. 4, 3, 3 und 1)	=	23
„	XI (entspr. Nr. 4, 3, 3 und 3)	=	8
„	XII (entspr. Nr. 4, 3, 3, 3 und 2)	=	4
„	XIII (entspr. allen 6 Gläsern)	=	3

Ich lasse nunmehr die Resultate einiger Untersuchungen von Augen mit voller oder mehr als voller Sehschärfe folgen. Die Untersuchten waren mit Ausnahme von zwei Personen Studenten, und glaube ich, dass das Ergebniss desshalb um so grösseren Werth hat. Je weniger intelligent und gebildet Jemand ist, ein desto unsicheres Urtheil hat er im Allgemeinen über feine Unterschiede der sinnlichen Wahrnehmung. Der Unannehmlichkeit mit derartigen Individuen experimentiren zu müssen, war ich glücklicher Weise durch die Bereitwilligkeit, mit welcher sich zahlreiche Commilitonen zu meiner Disposition stellten, überhoben. Ich sage denselben dafür meinen besten Dank.

Zunächst muss ich noch erklären, dass es nicht in meiner Absicht liegt für das Gesetz, nach welchem die Sehschärfe abnimmt eine mathematische Formel, wenn eine solche überhaupt existiren sollte, aufzustellen, sondern dass ich zunächst practische Zwecke im Auge habe.

Tabelle 1.

Joh. W., 16 Jahre alt. Beiderseits Em.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I—VI	20/20	20/20
VII	20/20	18/20
VIII	20/20	15/20
IX	18/20	20/30

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
X	15/20	18/30
XI	20/30	20/40
XII	20/40	20/70
XIII	20/70	20/100

Tabelle 2.

Jul. W., 18 Jahre alt. Links Em.; rechts $M_{1/20}$.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I—V	20/20	20/20
VI	20/20	19/20
VII	20/20	19/20
VIII	20/20	18/20
IX	18/20	20/30
X	16/20	17/30
XI	18/30	18/40
XII	20/50	18/70
XIII	20/70	20/100

Tabelle 3.

E. C., 24 Jahre alt. Links $M_{1/4}$; rechts $M\frac{1}{4\,1/2}$.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I	20/20	20/20
II	18/20	18/20
III	17/20	16/20
IV	16/20	16/20
V	15/20	15/20
VI	14/20	14/20
VII	13/20	12/20
VIII	11/20	18/30
IX	10/20	15/30
X	9/20	14/30
XI	15/50	16/50
XII	16/70	18/70
XIII	12/200	12/100

Tabelle 4.

W. K., 18 Jahre alt. Rechts $M^{1}/_{20}$; links Astigmatismus.

Beleuchtung.	S rechts.
I—IV	$^{20}/_{20}$
V	$^{16}/_{20}$
VI	$^{15}/_{20}$
VII	$^{20}/_{30}$
VIII	$^{20}/_{40}$
IX	$^{20}/_{50}$
X	$^{16}/_{50}$
XI	$^{20}/_{70}$
XII	$^{18}/_{100}$
XIII	$^{15}/_{100}$

Links wurde das Experimentiren, welches wegen des Astigmatismus sehr umständlich geworden sein würde, unterlassen.

Tabelle 5.

W. H., 20 Jahre alt. Links Em.; rechts $M^{1}/_{20}$.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I und II	$^{20}/_{10}$	$^{20}/_{20}$
III	$^{18}/_{10}$	$^{20}/_{20}$
IV	$^{20}/_{12}$	$^{20}/_{20}$
V	$^{15}/_{10}$	$^{20}/_{20}$
VI	$^{14}/_{10}$	$^{18}/_{20}$
VII	$^{20}/_{15}$	$^{16}/_{20}$
VIII	$^{20}/_{15}$	$^{14}/_{20}$
IX	$^{18}/_{15}$	$^{12}/_{20}$
X	$^{16}/_{15}$	$^{20}/_{40}$
XI	$^{20}/_{20}$	$^{16}/_{40}$
XII	$^{20}/_{30}$	$^{12}/_{50}$
XIII	$^{20}/_{50}$	$^{12}/_{100}$

Tabelle 6.

A. H., 24 Jahre alt. Links $M^{1}/_{20}$.

Beleuchtung.	S links.
I und II	$^{20}/_{20}$
III	$^{19}/_{20}$
IV	$^{18}/_{20}$
V	$^{17}/_{20}$
VI	$^{15}/_{20}$
VII	$^{20}/_{30}$
VIII	$^{18}/_{30}$
IX	$^{20}/_{40}$
X	$^{18}/_{40}$
XI	$^{20}/_{50}$
XII	$^{20}/_{70}$
XIII	$^{20}/_{100}$

Das rechte Auge wurde zufällig nicht untersucht.

Tabelle 7.

Ph. H., 22 Jahre alt. Links $M^{1}/_{12}$; rechts $M^{1}/_{10}$.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I	$^{20}/_{20}$	$^{20}/_{20}$
II	$^{19}/_{20}$	$^{20}/_{20}$
III	$^{18}/_{20}$	$^{18}/_{20}$
IV	$^{17}/_{20}$	$^{16}/_{20}$
V	$^{15}/_{20}$	$^{20}/_{30}$
VI	$^{12}/_{20}$	$^{18}/_{30}$
VII	$^{15}/_{30}$	$^{20}/_{40}$
VIII	$^{14}/_{30}$	$^{18}/_{40}$
IX	$^{18}/_{50}$	$^{20}/_{50}$
X	$^{16}/_{50}$	$^{18}/_{50}$
XI	$^{19}/_{70}$	$^{20}/_{70}$
XII	$^{18}/_{100}$	$^{20}/_{100}$
XIII	$^{12}/_{100}$	$^{20}/_{200}$

Tabelle 8.

F. E., 18 Jahre alt. Links $M_{1/7}$; rechts $M_{1/20}$.

Beleuchtung.	S links	S rechts.
I—VI	20/20	20/20
VII	17/20	20/20
VIII	16/20	18/20
IX	15/20	16/20
X	14/20	15/20
XI	12/20	20/40
XII	20/50	20/50
XIII	20/70	20/70

Tabelle 9.

Ph. W., 20 Jahre alt. Links Em.; rechts $M_{1/28}$.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I—V	20/20	20/20
VI	20/20	16/20
VII	20/20	14/20
VIII	18/20	18/30
IX	16/20	15/30
X	20/30	18/40
XI	20/40	14/40
XII	20/50	20/100
XIII	20/70	20/200

Tabelle 10.

W. A., 21 Jahre alt. Beiderseits Em.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I—VII	20/20	20/20
VIII	18/20	16/20
IX	20/30	20/30
X	20/40	20/40
XI	18/40	20/50
XII	18/100	20/70
XIII	15/100	14/100

Anm. An dem Tage, an welchem diese Beobachtung gemacht wurde, war sehr trübes Wetter gewesen.

Tabelle 11.

C F., 20 Jahre alt. Beiderseits Em.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I—VI	20/12	20/15
VII	18/12	20/15
VIII	18/15	18/15
IX	20/20	15/15
X	16/20	18/20
XI	20/30	20/20
XII	20/40	20/50
XIII	20/50	18/50

Tabelle 12.

A. F., 19 Jahre alt. Beiderseits Em.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I—VII	20/12	20/10
VIII	20/15	20/12
IX	18/15	18/12
X	15/15	18/15
XI	18/20	20/20
XII	20/30	20/30
XIII	20/40	20/50

Tabelle 13.

H. B., 25 Jahre alt. Beiderseits Em.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I—VIII	18/15	18/15
IX	20/20	20/20
X	15/20	18/20
XI	12/20	20/30
XII	20/40	20/40
XIII	20/70	20/70

Tabelle 14.

O. F., 19 Jahre alt. Beiderseits Em.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I—VII	20/20	20/20
VIII	18/20	20/20
IX	15/20	18/20
X	12/20	14/20
XI	20/40	18/40
XII	20/50	20/50
XIII	20/70	20/70

Die vorstehenden Experimente sind mit Ausnahme des von Tabelle 10 alle an gleichmässig hellen, heiteren Tagen zu derselben Zeit, überhaupt unter gleichen Bedingungen angestellt worden. Um zu zeigen, in wie fern man andere Resultate erhält, je nachdem der Tag des Versuches ein heller oder ein trüber war, lasse ich noch das Ergebniss einiger Experimente mit denselben Augen, an zwei ungleich hellen Tagen folgen.

Tabelle 15.

G. B., 23 Jahre alt. Links Em.

Beleuchtung.	S (trüber Tag).	S (heiterer Tag).
I—IV	20/20	20/20
V	18/20	20/20
VI	20/30	20/20
VII	18/30	18/20
VIII	15/30	15/20
IX	20/50	20/30
X	20/50	15/30
XI	15/100	18/48
XII	11/100	20/50
XIII	20/200	20/70

Tabelle 16.

Das hier untersuchte Auge ist dasselbe wie das linke Auge der Tabelle 9. Am Tage des Versuchs war ziemlich trübes Wetter gewesen.

Beleuchtung.	S links.
I—II	20/20
III	18/20
IV	16/20
V	20/30
VI	12/20
VII	16/30
VIII	20/50
IX	18/50
X	16/50
XI	18/70
XII	14/70
XIII	18/100

Beim Vergleich der vorstehenden Tabellen bemerkt man sofort das Vorliegen mehrfacher Verschiedenheiten in Bezug auf die Abnahme der Sehschärfe und zwar nicht nur in den Fällen mit Refractionsanomalieen. So ertragen die beiden Augen der Tabelle 1, sowie das gleichfalls normale linke Auge der zweiten die Verdunkelung des VIII., beziehungsweise des VI. Grades, bevor sich eine deutliche Abnahme der Sehschärfe constatiren lässt, während letzteres bei dem vorzüglichen linken Auge der 5. Tabelle schon beim III. Grade der Fall ist. Diese Unterschiede zeigen sich indessen vorzugsweise nur bei den ersten Graden und ist bei den höheren Graden der Verdunkelung ein mehr gleichmässiges Verhalten zu constatiren, so dass z. B. die meisten Augen beim XI. Grade ungefähr die Hälfte, beim XIII. Grade $^1/_{10}$, in günstigen Fällen $^2/_7$ ihrer ursprünglichen Sehschärfe erreicht haben. Diejenigen Augen, welche beim XIII. Grade $^2/_7$ (der ursprünglichen) Sehschärfe haben, sind mit alleiniger

Ausnahme derer in Tabelle 8 emmetropisch, alle anderen bis auf zwei (Tabelle 1 rechts und Tabelle 5 links) myopisch. Man muss also im Allgemeinen für letztere eine etwas schnellere Abnahme der Sehschärfe annehmen, als für die normalen. Hierbei macht der Grad der Myopie einigen Unterschied. Die stark myopischen Augen der Tabelle 3 haben bei der Beleuchtung des XI. Grades kaum $^1/_3$ Sehschärfe, das rechte Auge der Tabelle 7 mit M $^1/_{10}$ hat bei derselben Beleuchtung noch $^2/_7$ und das linke Auge der Tabelle 6 mit M $^1/_{20}$ noch $^2/_5$ und ein normales Auge wie gesagt halbe Sehschärfe. Eine Ausnahme von diesem Verhalten zeigt sich wiederum nur in der Tabelle 8, wo trotz der Myopie beide Augen bei XI noch halbe Sehschärfe haben.

Noch übersichtlicher werden diese Verhältnisse, wenn man die Abnahme der Sehschärfe graphisch als Curve darstellt und als Abscissen die verschiedenen Beleuchtungsgrade I bis XIII und als Ordinaten die entsprechenden Sehschärfen, ausgedrückt durch hundertstel, annimmt. Man sieht wie beim normalen Auge die Curve meistens erst bei VI oder VIII sich zu senken beginnt, um dann ziemlich steil abzufallen. (Vgl. die Curven Nr. 1 und Nr. 2; die Nummer der Curve entspricht der Nummer der zugehörigen Tabelle; die punktirte Linie gilt für das rechte, die durchgezogene für das linke Auge. Es wurden nicht für alle Tabellen die entsprechenden Curven construirt). Beim myopischen Auge dagegen senkt sich die Curve gewöhnlich viel früher, fällt aber nicht so steil ab. Je nach dem Grade der Myopie finden allmälige Uebergänge bis zur Norm statt. (Siehe die Curven Nr. 3, 6, 7, 2, 4). Aus den angeführten Thatsachen folgt also erstens:

Die Abnahme der Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung erfolgt im Allgemeinen nicht nach dem psychophysischen Gesetz, sondern erst bei den höheren Graden der

Verdunkelung zeigt sie mehr ein dem letzteren proportionales Verhalten und zweitens:

Die Sehschärfe nimmt beim Myopen früher ab als beim Emmetropen.

Bei der Erklärung des letzten Satzes dürfte man auf einige Schwierigkeiten stossen. Zunächst ist man versucht an eine geringere Empfindlichkeit der Retina zu denken in der Erwägung, dass wenn im myopischen Auge die gleiche Zahl empfindender Elemente wie im emmetropischen sich vorfindet, die letzteren über eine grössere Fläche vertheilt und desshalb mehr zerstreut sein müssen. Hierzu käme dann noch, dass in Folge der vorgesetzten Concavgläser ein kleineres Bild auf der Netzhaut entstände. (Letzteres ist jedoch nur in demjenigen Auge der Fall, dessen Myopie auf Zunahme der Brechkraft des dioptrischen Systems, nicht aber in demjenigen, dessen Myopie auf veränderter Bulbuslänge beruht. Durch vorgesetzte Concavgläser rückt nämlich der Knotenpunkt um so weiter nach hinten, je stärker das Concavglas ist und je weiter es vom Auge entfernt ist. Die hierdurch bedingte Kleinheit des Netzhautbildes kommt aber für gewöhnlich wegen der Länge der Bulbusaxe nicht zu Stande. Man vgl. hierüber Snellen und Landolt in Gräfe und Sämisch. (Handb. der ges. Augenheilk. 3. Bd. I. Theil pag. 10—19). Man hätte dann also ein kleineres Bild auf einer Fläche mit weniger empfindenden Elementen. Bei heller Beleuchtung würden die letzteren noch genügen um eine deutliche Wahrnehmung des Objects zu vermitteln, aber nicht mehr bei schwächerer Beleuchtung.

Diese Annahme ist indessen nicht stichhaltig; denn erstens wissen wir nichts Positives über jene Elemente, die Zapfen und Stäbchen, in Bezug auf ihre Zahl, Grösse, Stellung und Structur im myopischen Auge, verglichen mit dem emmetropischen; und zweitens hätte doch das kleinere Netzhautbild des myopischen, corrigirten Auges die gleiche Lichtmenge wie das grössere Bild des emmetropischen, folg-

lich fiele auf die gleiche Netzhautfläche beim ersteren Auge mehr Licht und würde durch die grössere Lichtmenge der Nachtheil der Kleinheit des Bildes compensirt werden können.

Wenn wir demnach, so lange chorioideale Affectionen ausgeschlossen sind, nicht berechtigt sind, ein geringeres Perceptionsvermögen der Retina beim Myopen anzunehmen und auch eine etwaige Kleinheit des Netzhautbildes nicht zur Erklärung der besprochenen Thatsache genügt, so bleibt nichts Anderes übrig als eine mangelhafte Schärfe des Netzhautbildes als Ursache der schnelleren Abnahme der Sehschärfe des Myopen anzuschuldigen. Die mangelhafte Schärfe des Netzhautbildes kann aber durch nichts Anderes bedingt sein, als durch das Verhalten der Pupille im dunkeln Raum. Denn wäre sie durch Trübung der brechenden Medien, wie z. B. des Glaskörpers verursacht, so bliebe es durchaus unerklärt, wesshalb die Trübung von einer geringeren Lichtmenge relativ mehr absorbiren oder reflectiren oder Schatten werfen sollte als von einer grösseren. Da es nun aber feststeht, dass die Pupille des myopischen Auges einen grösseren Durchmesser hat, als die jedes anderen, so wird die schnellere Abnahme der Sehschärfe durch das so bedingte Auftreten von Zerstreuungskreisen erklärt.

Wenn ferner die Curve der Sehschärfe des normalen Auges sich später, aber dann steiler senkt als die des myopischen, so dass für die höheren Grade der Verdunkelung der Unterschied zwischen beiden immer kleiner wird (vgl. die Curven Nr. 1, 2, 3, 6, 9), so hat dieses jedenfalls darin seinen Grund, dass bei diesen höheren Graden sich auch die Pupille des normalen Auges stark erweitert.

Tabelle und Curve No. 15 und 16 bieten weiter nichts Merkwürdiges, als dass die Curven, welche dem Resultat des an dem trüben Tage unternommenen Versuches entsprechen (es ist in Curve 15 die gezogene Linie), sich, na-

türlich wegen der schwächeren Beleuchtung, etwas früher senken, um dann nahezu der dem heiteren Tage entsprechenden (bei Curve 15 punktirten) Curve parallel zu bleiben.

Wenn man mit Hülfe dieser von Herrn Professor Schmidt-Rimpler angegebenen Methode durch eine Reihe von Versuchen das Verhalten des normalen Auges bei wechselnder Beleuchtung constatirt hat, so kann man auf dieser Grundlage pathologische Fälle betrachten. Es würde z. B. der Grad einer Hemeralopie sehr genau bestimmt werden und die geringste Veränderung im Zustande des Patienten leicht entdeckt werden können. Je nachdem die Curve der abnehmenden Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung sich früher oder später, steiler oder sanfter senkte, könnte man verschiedene Grade von Hemeralopie oder überhaupt jeder Herabsetzung der Perceptionsfähigkeit der Retina annehmen und dieselben gar durch eine einheitliche Bezeichnung, vielleicht durch Nummern, Jedem verständlich machen.

Durch die internationale Einführung dieser Bezeichnung würde man sich leicht vorstellen können, wenn es z. B. hiesse: Patient erleidet bei dieser oder jener bestimmten Beleuchtungsabnahme eine Abnahme der Sehschärfe ersten Grades. Wollte man diesen Gedanken zur That machen und sich dabei unserer Methode bedienen, so würde man indessen leider auf Hindernisse stossen, welche vorläufig wenigstens unüberwindlich sind. In einem Briefe des Directors der Rathenower optischen Industrieanstalt (vormals Emil Busch) an Herrn Professor Schmidt-Rimpler vom 29. October 1874, der mir zur Einsicht vorliegt, heisst es wörtlich:

„Wir machen Sie jedoch darauf aufmerksam, dass die Fabrikanten des Smoke-Glases niemals im Stande sind, dieses Glas nach bestimmten Probenuancen anzufertigen, und dass wohl unter hundert Schmelzungen kaum eine die genaue Nuancen liefert. Mit anderen Worten: die Nuan-

cen sind ganz und gar vom Zufall abhängig. Sollten also die drei zu sendenden Proben als Grundlage für ein System dienen, welches Sie vielleicht für die Aerzte einführen wollten, so möchte doch wohl die Unmöglichkeit, stets dieselben Farben zu liefern, ein unüberwindliches Hindernis sein.“

Man kann indessen auch hierauf verzichten. Dem Augenarzt kommt es weniger darauf an, die Curve der Sehschärfenabnahme bei einem Patienten Jedem durch eine einfache Bezeichnung sofort klar vor Augen zu führen, als vielmehr darauf, sich schnell und zu jeder Zeit über diese Sehschärfenverhältnisse in Kenntnis zu setzen. Mit Hülfe unserer neuen Methode kann man sich sofort ein sehr genaues Urtheil über das Auge eines Patienten bilden, wenn man die Sehschärfe desselben mit der eigenen bei verschiedenen Beleuchtungen vergleicht. Eine wie klare Vorstellung man durch den Vergleich pathologischer Fälle mit der Norm über erstere erhält, ist aus den folgenden des Beispiels wegen angeführten Tabellen und Curven zu ersehen.

Tabelle 17.

H. F., 15 Jahre alt. Fall von Chorioiditis disseminata oculi sinistri, die ohne Entzündungserscheinungen verläuft und in starker Abnahme begriffen ist. Beiderseits besteht Em.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I	14/20	20/20
II	12/20	20/20
III—IV	11/20	20/20
V	10/20	20/20
VI	14/40	20/20
VII	14/50	20/20
VIII	14/70	18/20
IX	10/70	20/30
X	9/70	18/30
XI	11/100	20/40
XII	6/70	20/50
XIII	5/70	20/70

Bei Betrachtung des Vorstehenden ist die sehr viel schnellere Abnahme der Sehschärfe auf dem linken Auge auffallend. Dasselbe hat bei der Beleuchtung VI. Grades nur noch die Hälfte seiner ursprünglichen Sehschärfe, während das rechte bis zur Beleuchtung VII. Grades volle Sehschärfe behält und erst beim XI. Grade halbe Sehschärfe hat. Bei der Beleuchtung I. Grades ist die Sehschärfe des rechten Auges nur $^{20}/_{14}$ mal grösser als die des linken, beim XIII. Grade ist sie viermal grösser.

Ein gleich auffallendes Verhalten der Sehschärfe zeigt sich im folgenden Fall. Nach längerem Ablauf von beiderseitiger Chorioretinitis war ein gewisser Grad von Torpor der Retina zurückgeblieben, welcher sich namentlich in einer geringen Empfindlichkeit gegen schwächere Lichtmengen zeigte. Bei hellem Tageslicht bestand links bei einer Myopie von $^1/_{16}$ S $^{15}/_{20}$, rechts bei einer Myopie von $^1/_{20}$ S $^{16}/_{20}$. Das Experiment ergab folgende Abnahme der Sehschärfe.

Tabelle 18.

Beleuchtung.	S links.	S rechts.
I—V	15/20	16/20
VI	11/20	16/20
VII	15/30	13/20
VIII	18/40	18/40
IX	15/40	16/40
X	17/70	16/50
XI	15/70	12/50
XII	—	16/100
XIII	—	16/200

Links wurden bei XII Finger in 10 Fuss, bei XIII in 6 Fuss gezählt. Während das rechte Auge nicht wesentlich von der Norm abweicht, zeigt das linke besonders bei den höheren Graden der Verdunkelung wesentliche Unterschiede von der Norm. Bis zur Beleuchtung IX nimmt die Sehschärfe zwar nur ähnlich wie bei einem stark myopi-

schen Auge ab, um dann aber bei den nun folgenden Lichtstärken ganz rapid zu sinken. Setzt man das Erkennen von Fingern gleich dem Erkennen von Sn CC, so bekommt man für die Beleuchtung XII und XIII $^{10}/_{200}$ resp. $^{6}/_{200}$, das heisst $^{1}/_{15}$ resp. $^{1}/_{25}$ derjenigen Sehschärfe, welche der Patient bei hellem Tage hat.

Aus diesen Beispielen scheint mir die Nützlichkeit unserer Methode für die Praxis klar hervorzugehen. Ihr Vorzug besteht darin, dass der Vergleich zwischen dem pathologischen und Normalen so auf besonders einfache Weise zu bewerkstelligen ist. Ich glaube zuversichtlich, dass dieselbe sich hierdurch, sowie auch wegen der Billigkeit des erforderlichen Apparates bald allgemeinen Eingang in die Augenkliniken bahnen wird.

Zum Schluss sage ich meinem verehrten Lehrer, dem Herrn Professor Schmidt-Rimpler, meinen innigen Dank für die anregende Anleitung, welche derselbe mir bei dieser Arbeit in so freundlicher Weise hat zu Theil werden lassen.

THESEN.

I.

Bei abnehmender Beleuchtung erfolgt die Abnahme der Sehschärfe im Allgemeinen bei Myopen eher als bei Emmetropen.

II.

Es ist falsch allen Fällen von progressiver Muskelatrophie eine myopathische Genese zuzuschreiben.

III.

Die heute bestehende Gewerbefreiheit begünstigt die Medicinalpfuscherei; es ist deshalb wünschenswerth, dass diesem Uebelstande durch die Gesetzgebung abgeholfen werde.

IV.

Bei Ausstossung einer Blasenmole ist die Tamponade, im Uebrigen aber ein exspectatives Verhalten jeder Operation vorzuziehen.

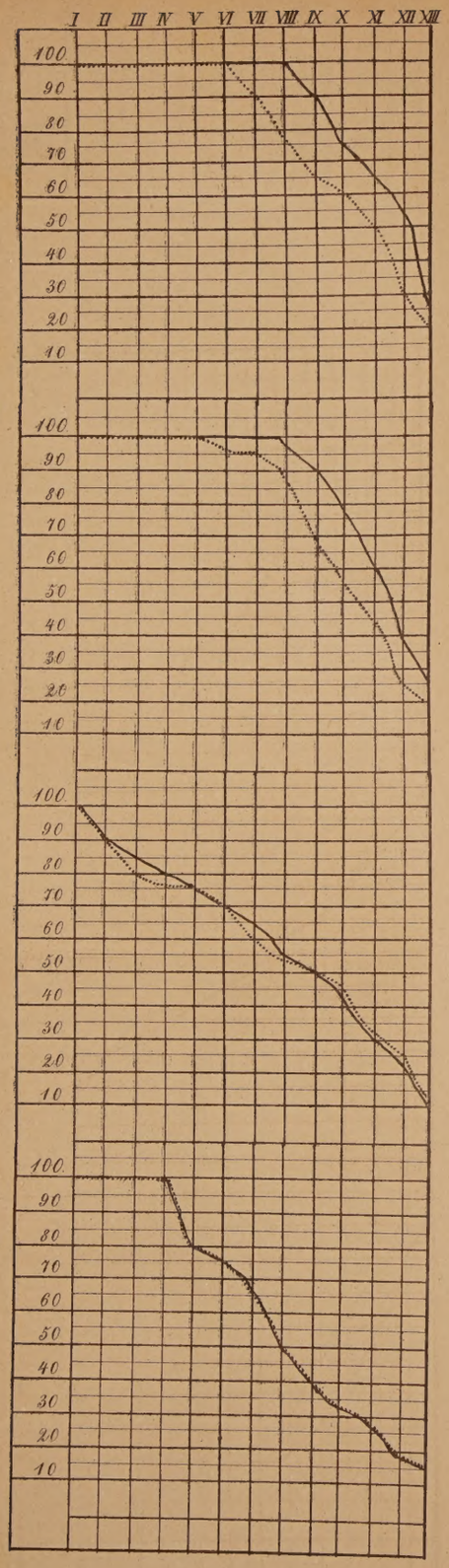
Verfasser wurde am 16. October 1851 als der zweite Sohn des Kaufmanns Friedrich Carp und dessen Gattin Emilie, geb. Küp, zu Wesel im Kreise Rees, Reg.-Bez. Düsseldorf, geboren. Er erhielt in der Taufe die Namen Karl Georg Hugo Emil und gehört der evangelischen Confession an. Den ersten Unterricht erhielt er von seinem Vater und in der Elementarschule seiner Vaterstadt. Im Herbste 1861 kam er auf das Gymnasium zu Wesel, welches er in neun Jahren absolvirte. Im Juli 1870 mit dem Zeugniss der Reife entlassen, trat er, mit der Absicht den Feldzug gegen Frankreich mitzumachen, in das Ersatzbataillon des Infanterie-Regiments Kronprinz von Preussen (5. westphälisches Nr. 53) ein, wurde Anfang September dem mobilen Regimente nach Frankreich nachgeschickt und machte bei demselben den übrigen Theil des Krieges mit. Ende April 1871 wurde er auf Grund königl. Cabinetsordre vom 9. März 1871 auf seinen Wunsch in die Heimath entlassen. Von hier aus eilte er alsbald nach Berlin um dem Studium der Medicin obzuliegen, blieb daselbst bis zum Frühjahr 1872, ging dann nach Marburg und bestand daselbst im März 1873 das tentamen physicum. Im Herbst 1873 vertauschte er die Marburger Hochschule mit der Leipziger, kehrte aber im Frühjahr 1875 nach Marburg zurück. Im Herbste desselben Jahres erbat und erhielt er die Zulassung zur medicinischen Staatsprüfung, welche er im Prüfungsjahre 1875—1876 bestand. Im Juni 1876 bestand er das Examen rigorosum.

Seine academischen Lehrer waren:

Bahrdt, Beneke, Brandau, Braun (Berlin), Carius, Coccius, Credé, Dohrn, Dove, du Bois-Reymond, Dunker, Falck, Hagen, Hartmann, Helmholtz, Hofmann, Horstmann, Lahs, Lehmann, Leopold, Lieberkühn, Mannkopff, Nasse, Reichert, Rosenthal, Roser, Schmidt-Rimpler, Thiersch, Wagener (Marburg), Wagner (Leipzig), Wendt, Wunderlich.

Ihnen seinen Dank.

№1.

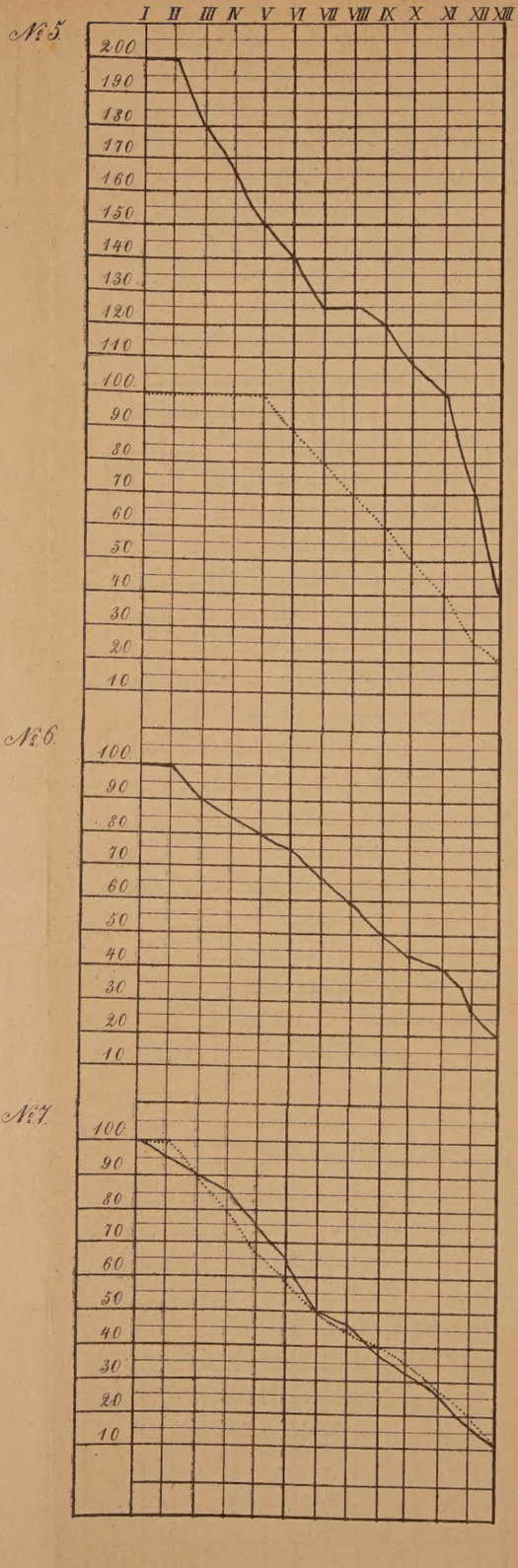


№2.

№3.

№4.

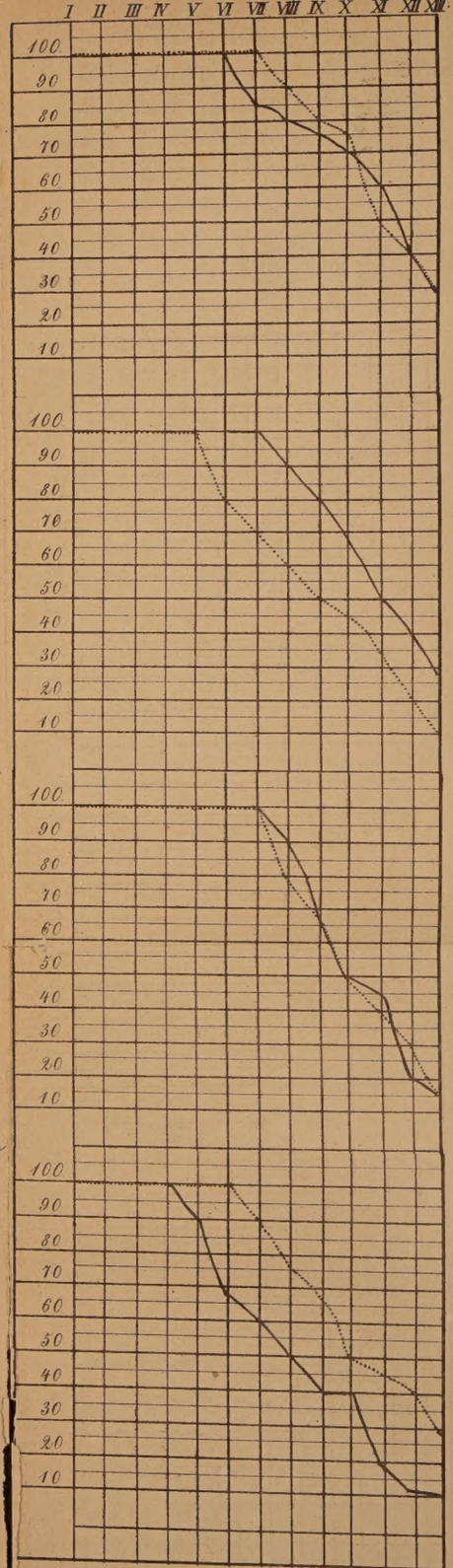
№5.



№6.

№7.

№8.

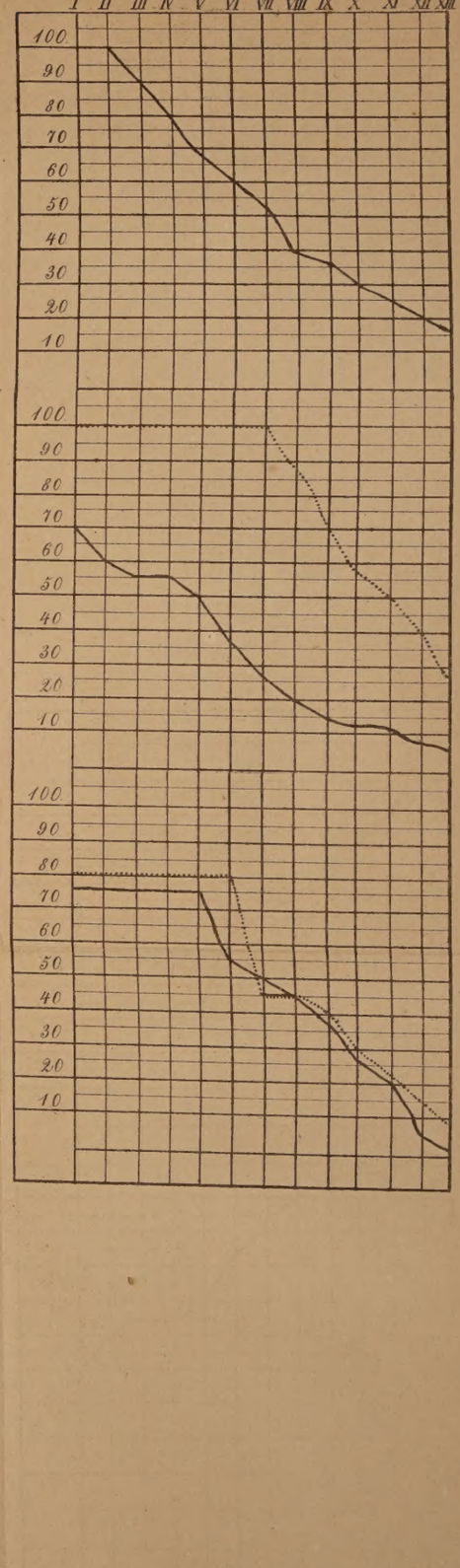


№9.

№10.

№15.

№16.



№17.

№18.